

**Soil consolidation - by injection of organo-mineral resin contg. isocyanate and modified water glass**

Numero del brevetto: DE3921938  
Data di pubblicazione: 1991-01-17  
Inventore(i): GRDES KNUD DR (DE)  
Richiedente(i):: WILLICH F GMBH & CO (DE)  
Brevetto richiesto: ☐ DE3921938  
Numero della domanda: DE19893921938 19890704  
Numero del documento di priorit: DE19893921938 19890704  
Classificazione IPC: C09K17/00 ; E02D3/12  
Classificazione EC: C09K17/46  
Equivalenti:

**Riassunto**

Loose ground including water bearing soil is stabilised by the injection of organo-mineral resin which also seals it. The two components of the mixt. react with each other and join/solidify the grains. The pref. mixture consists of isocyanate and modified water glass, mixed in a ratio of 1:1.

An area between the sole (2) and the wall (3) of a building trench (1) has been sealed and solidified by inserting a tube (4) in loose ground (10) and infusing a two-component mixture to produce the cyanate shell (8) around the injected material. The foam factor is set as up to 1:30.

ADVANTAGE - This creates a stabilising and sealing procedure for loose ground which is compatible with ground water and results in a uniformly defined injection area.

Dati forniti dalla banca dati di prova esp@cenet - I2

no estensioni

## Descrizione

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Stabilisierung und/oder Abdichtung von Lockergestein, insbesondere von wasserhaltigem Baugrund, durch Injizieren eines Zweikomponentengemisches, dessen Komponenten miteinander reagierend die Körner im Lockerboden verbinden und verfestigen.

Lockergestein muss stabilisiert werden, wenn bei entsprechenden Baumassnahmen die Standsicherheit zwingend notwendig ist. Entsprechende Verfahren zur Stabilisierung von Lockergestein werden beispielsweise beim Auffahren von Stollen beim U-Bahn-Bau, beim allgemeinen Hochbau sowie beim allgemeinen Tiefbau angewendet. Zur Stabilisierung bieten sich dabei insbesondere Injektionsverfahren an, mit denen durch Injizieren von entsprechenden Komponenten die Einzelbestandteile der Lockerböden miteinander verbunden und somit dann insgesamt verfestigt werden. Unter Injektionen versteht man das Einleiten fließfähiger Stoffe unter Druck in entsprechenden Materialien, also hier vor allem Lockergestein, um dieses zu verfestigen und/oder abzudichten. Vorteilhaft können dabei gleichzeitig Hohlräume im Lockerboden auch grösserer Dimensionen mit ausgefüllt werden, um so den gesamten Baugrund bzw. die Lockerböden auch abzudichten.

Injiziert werden unterschiedliche Materialien. So ist es beispielsweise bekannt, auf der Basis von Zement, Mörtel oder Pasten in die Böden einzupressen, die dann beim Erstarren die Böden stabilisieren sollen. Derartige Injektionsmittel werden insbesondere eingesetzt, wenn es darum geht, grosse Porenräume im Lockergestein auszufüllen und wenn die notwendige Erstarrungszeit keine Probleme mit sich bringt. Nachteilig bei diesem bekannten Injektionsverfahren ist jedoch, dass die einzelnen Bestandteile nicht umweltfreundlich sind, da sie zumindest teilweise vom Grundwasser mitgenommen werden, dies insbesondere auch wegen der langen Aushärtezeit. Gleiches gilt auch für sogenannte Silikatgele, die auch aufgrund der zum Einsatz kommenden Härter eine erhebliche Umweltbelastung darstellen können, da die Härter vom Grundwasser aufgenommen werden. Bei den hydraulisch abbindenden Injektionsmitteln ist nachteilig, dass diese nur für relativ grobe Böden verwendbar sind. Dies gilt auch für den Einsatz sogenannter Ultrafeinzemente, die zwar bessere Festigkeitswerte erbringen, dafür aber wesentlich teurer sind.

Bekannt ist es auch, Wasserglas unterschiedlicher Zusammensetzung in Böden zu injizieren, um diese zu stabilisieren. Am gebräuchlichsten sind sogenannte Natriumwassergläser, die wie alle diese Stoffe den Nachteil haben, dass eine dauerhafte Verfestigung des Bodens nur bei genauer Einhaltung des Verfahrens und der entsprechenden Bestandteile einigermaßen sicher ist. Ausserdem unterliegen diese Stoffe in Abhängigkeit von der Umgebungsfuchtigkeit unbeeinflussbaren Quell- und Schwinderscheinungen. Kunstharze dagegen, deren beide Komponenten getrennt transportiert und erst kurz vor dem Injizieren gemischt werden müssen, verhalten sich feuchtigkeitsabhängig. Die vermischten Komponenten reagieren dann miteinander und härten aus, so dass sich die gewünschte Verfestigung ergibt. Die Nachteile sind ähnlich den weiter oben beschriebenen, wobei auch die Gefahr des unkontrollierten Entweichens besteht. Aus dem untertägigen Steinkohlenbergbau ist ein Verfahren bekannt, bei dem ein Gemisch von Polyisocyanat und Polyhydroxyl in das Gestein injiziert wird. Dieses Material wird auch zur Verfestigung von Lockergestein eingesetzt, wobei allerdings Polyol-Komponenten entweichen und ins Grundwasser gelangen können. Untertage bekannt ist auch ein Verfahren, nach dem das Polyisocyanat und Wasserglas so miteinander vermischt werden, wobei durch Reaktion Organomineralharz entsteht. Es können relativ hohe Druckfestigkeiten erzielt werden. Vorteilhaft ist insbesondere, dass dabei die genaue Einhaltung der Idealmischung nicht zwingend notwendig ist, um den gewünschten Erfolg zu gewährleisten. Im Lockerboden erfolgte bisher ein Einsatz nicht.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein grundwasserverträgliches und gleichmässig und definierte Injektionskörper erbringendes Stabilisierungs- und Abdichtungsverfahren für Lockerböden zu schaffen.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass Isocyanat und modifiziertes Wasserglas im Verhältnis 1 : 1 gemischt in Boden injiziert werden.

Das erfindungsgemässe Verfahren arbeitet zunächst einmal mit einem umweltfreundlichen Organomineralharz, welches aus der Reaktion von anorganischem Alkalisilikat und organischem Isocyanat entsteht. Die eine Komponente ist ein modifiziertes Wasserglas, die andere Komponente ein polyfunktionelles Isocyanat. Das entstehende Endprodukt ist ein Festkörper. Die mechanischen Eigenschaften und Kleeigenschaften des Organomineralharzes sind vergleichbar mit denen des Polyurethans, wobei das Endprodukt des Organomineralharzes in der Regel spröder ist. Dadurch lässt sich das Silikatharz im Bedarfsfall besser hereingewinnen, beispielsweise beim Tunnelvortrieb. Dadurch, dass bei den Normalsystemen im Lockergestein ein Aufschäumen nicht stattfindet, bildet sich im Gegensatz zum Polyurethan ein relativ homogener Verfestigungskörper im Boden unabhängig von Schichtungen und unterschiedlichen Körnungen aus. Organomineralharz lässt sich bis in Körnungsbereiche des feinsandigen Mittels injizieren. Überraschend hat sich herausgestellt, dass das Organomineralharz im Lockergestein seine weiter oben beschriebenen Eigenschaften voll entwickelt. Insbesondere wird die hohe Druckfestigkeit erreicht. Je weniger Poren im Lockergestein vorhanden sind, desto höher sind die erreichten Werte. Vorteilhaft ist weiter, dass das Endprodukt in seiner Dichte vom Kompakt- bis zum Schaumsystem unabhängig vom anstehenden Wasser einstellbar ist. Das flüssige Reaktionsgemisch entmischt oder verdünnt sich nicht im Wasser, d.h. eine Aushärtung findet auch unter Wasser statt. Vorteilhaft ist bezüglich der Umweltfreundlichkeit insbesondere die Lösemittelfreiheit, die sicherstellt, dass Migrationen nicht auftreten. Vorteilhaft ist weiter, dass das Material nicht schwindet, so dass der einmal erzeugte Reaktionskörper bzw. Injektionskörper erhalten bleibt.

Ohne die mechanischen Eigenschaften des Endproduktes im wesentlichen zu beeinträchtigen, kann erfindungsgemäss die Menge des eingesetzten Injektionsgemisches begrenzt werden, wenn, wie erfindungsgemäss vorgesehen, der Schaumfaktor in Abhängigkeit von der Rezeptur des Harzes und vom Injektionsdruck auf bis 1 : 30 eingestellt wird. Dabei wird der Schaumfaktor mit zunehmender Korngrösse erhöht, wobei dies den Vorteil hat, dass durch das schnellere Erhärten der Schaumkomponente unabhängig von der jeweiligen Bodenfeuchtigkeit ein noch schnellerer Verfestigungsprozess möglich ist.

Im Boden liegende Rohrleitungen können durch die verschiedensten Gegebenheiten wie beispielsweise Bodensenkungen beeinträchtigt werden. Denkbar ist es auch, dass die Rohrwandung durch aggressive Stoffe gefährdet wird. Hier können einfach und zweckmässig Schäden dadurch verhindert werden, dass das Isocyanat und das Wasserglas in den Boden um eine Rohrleitung herum, einen die Rohrleitung umschliessenden Stütz- und Dichtmantel ergeben injiziert wird. Weiter ist vorgesehen, dass das Isocyanat und das Wasserglas in den Boden um ein Manschettenrohr herum oder ausgehend von einem Beschickungsrohr injiziert wird.

Auch bei Baugruben, die durch Grundwasser o.ä. gefährdet sind oder die nicht standfeste Wandungen aufweisen, können vorteilhaft stabilisiert werden, indem das Isocyanat und das Wasserglas die Baugrube dichtend und stabilisierend in die Sohle und/oder die Wandung injiziert wird. Dabei kann je nach Zusammensetzung der zu stabilisierenden Bereiche das Gemisch so eingestellt werden, dass sich über die gesamte Baugrube gesehen vorteilhaft gleichmässige Druckfestigkeitswerte ergeben.

Sowohl beim Bau von Stadt- und U-Bahnen wie auch bei anderen Massnahmen, wo der notwendige Hohlraum im Lockergestein geschaffen werden muss, kann das Verfahren vorteilhaft angewendet werden, bei dem während der Auffahrung um den Tunnel durch

Injizieren von Isocyanat und Wasserglas ein Stütz- und Dichtgewölbe erzeugt wird. Dabei kann das erzeugte Stütz- und Dichtgewölbe genau dort vorgegeben und entsprechend eingestellt werden, wo es zur Absicherung des Tunnels oder aber der Oberfläche notwendig ist oder aber es ist ebenfalls möglich, den gesamten Tunnel quasi wie eine Rohrleitung mit einem Stütz- und Dichtmantel zu versehen, der durch das injizierte Isocyanat und das Wasserglas erzeugt wird.

Sowohl bei zu sanierenden Bauwerken wie auch bei Bauwerken, die in gefährdeten Bereichen errichtet werden, ist das Verfahren vorteilhaft anwendbar, nach dem Isocyanat und Wasserglas über im Mauerwerk von zu sanierenden Bauwerken hergestellte Bohrungen oder Bohrungen im Boden in den umgebenden Boden nach Vermischung injiziert werden. Durch entsprechende Massnahmen wird beispielsweise unterhalb des Kellerbodens eine zusätzliche Stütze geschaffen, die je nach Gegebenheiten auch mehrere Meter tief sein kann, um so das Bauwerk zusätzlich auf sichere Böden abzustützen, wenn sich im nachhinein herausgestellt hat, dass der Lockerboden als solcher nicht über die notwendige Sicherheit und die notwendige Stützkraft verfügt. Bei Undichtigkeiten im Mauerwerk oder bei im nachhinein aufgetretenen Schäden können diese sicher dadurch saniert werden, dass das Gemisch aus Isocyanat und Wasserglas injiziert wird, sich dann schnell erhärtet und sowohl das Bauwerk stützt wie auch gleichzeitig den Bereich um das Bauwerk herum abdichtet.

Eine intensive Durchmischung der beiden Komponenten ist für das schnelle und gleichförmige Aushärten von Wichtigkeit. Um dieses zu sichern, sieht die Erfindung vor, dass zwischen der den Injektionsdruck erbringenden Pumpe und der Spitze des Injektionsrohres ein die beiden Komponenten verwirbelnder Mischer, vorzugsweise ein Statikmischer angeordnet ist. Vorteilhaft ist dadurch sichergestellt, dass die beiden Komponenten ohne einander zu beeinträchtigen, zunächst einmal bis zur Spitze des Injektionsrohres gefördert werden können woraufhin sie dann in der Spitze selbst durch den Statikmischer hindurchgepresst und dabei intensiv vermischt werden. Unmittelbar danach wird das Gemisch dann in den Lockerboden ausgetragen und kann dann nach Erreichen der Endposition aushärten. Beim Injizieren des Gemisches aus Isocyanat und des Wasserglases entsteht ein vorteilhafter Festkörper aus Organomineralharz. Die Grenzen dieses Festkörpers können genau definiert und darüber hinaus kann der Injektionsdruck gesenkt werden, wenn vor dem Zweikomponentengemisch die niedrigerviskose Komponente in einer solchen Menge vorinjiziert wird, dass die Hauptinjektion von einer Art vor ihr herzuschiebenden Schutzmantel umgeben wird. Bei Anwendung der Vorinjektion ergibt sich ein eindeutige, glatte Grenzen aufweisender und in den Abmessungen (Form) genau definierter Festkörper. Die Vorinjektion hat darüber hinaus den Vorteil, dass für die Nachinjektion mit wesentlich geringeren Injektionsdrücken gearbeitet werden kann. Der Maschinenpark kann damit vereinfacht werden oder aber mit der gleichen Ausrüstung (gleicher Injektionsdruck) können die Injektionskörper schneller mit grösseren Abmessungen eingebracht werden.

Die Kosten des erfindungsgemässen Verfahrens können vorteilhaft ohne wesentliche Beeinträchtigung der Endergebnisse reduziert werden, wenn, wie erfindungsgemäss vorgesehen, dem Zweikomponentengemisch oder einer der beiden Komponenten ein Füllstoff, vorzugsweise Sand beigemischt wird. Die Menge des eingesetzten Füllstoffes richtet sich dabei im wesentlichen nach den vorgefundenen Poren, da der Injektionsvorgang wiederum durch den eingesetzten Füllstoff nicht behindert werden darf.

Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass ein Verfahren vorgegeben ist, das es dem Fachmann ermöglicht, ohne Umweltbeeinflussung, insbesondere ohne Umweltschäden Organomineralharze zu injizieren, die sowohl zu einer Verfestigung wie zu einer Abdichtung des Baugrundes oder des sonstigen Lockergesteins führen. Es werden vorteilhafte Druckfestigkeiten erreicht, wobei die geschaffenen Festkörper im Lockergestein genau definierte Abmessungen und Grenzen aufweisen. Das Organomineralharz ist besonders umweltverträglich. Eine Immigration von Komponenten beim Injizieren ist ausgeschlossen. Darüber hinaus reagieren die Komponenten auch einzeln umweltfreundlich.

Weitere Einzelheiten und Vorteile des erfindungsgemässen Verfahrens ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung der zugehörigen Zeichnung, in der bevorzugte Ausführungs- bzw. Anwendungsbeispiele mit den dazu notwendigen Einzelheiten und Einzelteilen dargestellt sind. Es zeigen:

Fig. 1 einen Teil einer Baugrube mit Injektionskörper,

Fig. 2 eine vergrösserte Darstellung der durch Injektionen gesicherten Baugrube.

Fig. 3 einen Tunnel, dessen Firstbereich und Stossbereich stabilisiert ist.

Fig. 4 ein durch Injektionskörper abgesichertes Bauwerk und

Fig. 5 eine mit Stütz- und Dichtmantel versehene Rohrleitung im Schnitt.

Fig. 1 verdeutlicht, wie eine Baugrube (1) durch Injektionsmassnahmen zusätzlich gesichert und abgedichtet werden kann. Dabei ist nur ein Teil der Baugrube mit der Sohle (2) und der Wandung (3) wiedergegeben. Im Bereich der Wandung (3) ist ein Injektionsrohr (4) in den Lockerboden (10) eingetrieben worden, der dafür Sorge trägt, dass das injizierte Zweikomponentengemisch auch intensiv vor dem Austragen in den Lockerboden (10) durchmischt wird. Angedeutet ist der aus z.B. Isocyanat bestehender, den Injektionskörper (7) umgebender Schutzmantel (8).

Anhand der Fig. 2 soll angedeutet und erläutert werden, dass bei einer derartigen Baugrube (1) der gesamte Randbereich durch entsprechende Injektionen und die dadurch entstandenen Injektionskörper (7, 8) geschützt werden kann oder aber nur durch entsprechende in Einzelbereichen angeordnete Injektionskörper (7, 8, 7 min, 8 min, 7 min min, 8 min min). Die Form des Injektionskörpers (7, 8) kann dabei letztlich durch den Injektionsdruck sowie durch entsprechenden Verlauf der Injektion auch in zeitlicher Hinsicht so beeinflusst und variiert werden, dass sich die gewünschten Formen von Injektionskörpern (7) ergeben.

Auch im Tunnelbau kann es zwingend notwendig sein, die umgebenden Schichten, insbesondere den Lockerboden (10) durch Injektionen zu stabilisieren und damit den gesamten Tunnel (11) zu sichern. Nach Fig. 3 ist eine aus zwei Injektionskörpern (7, 8) bestehendes Stütz- und Dichtgewölbe (12) erzeugt worden, wobei auch am anderen Stoss (13) ohne weiteres ein entsprechendes Stütz- und Dichtgewölbe (12) durch Injektion erreicht werden kann, wenn sich dies aufgrund der Gegebenheiten als notwendig erweist.

Angedeutet ist in Fig. 4 ein Bauwerk (14) mit Grundmauer (15) und Mauerwerk (17), wobei in beiden Bohrungen (16, 18) eingebracht sind, um durch diese hindurch in das umgebende Lockergestein ein aus Isocyanat und Wasserglas bestehendes Zweikomponentengemisch einzupressen. Weiter ist eine Vorinjektion möglich. Dadurch ergeben sich die in Fig. 4 wiedergegebenen Injektionskörper (7 bzw. 7 min, 8 min). Verdeutlicht wird durch den Injektionskörper (7, 8), dass dieser sich auf ein entsprechend höhere Stützkräfte aufnehmenden Bodenbereich (21) abstützen kann, um so die Sicherung des Bauwerkes (14) zu übernehmen.

Seitlich vom Mauerwerk (17) ist ein durch die Bohrung (18) hindurch hergestellter Injektionskörper (7) erreicht, der dann insbesondere von Vorteil ist, wenn das Mauerwerk (17) saniert werden muss, weil es beispielsweise nicht ausreichend vorisoliert wurde. Dabei kann durch das Mauerwerk (17) hindurchgearbeitet werden, d.h. ohne dass der Baugrund um das Bauwerk herum ausgehoben werden muss.

Anhand der Fig. 5 wird verdeutlicht, dass auch eine Sattierung von Rohrleitungen (13) durch den die Rohrleitung (19) umgebenden Stütz- und Dichtmantel (20) erreicht werden kann. Dabei kann die Grenzschicht des Stütz- und Dichtmantels (20) und damit seine Dicke über die injizierte Menge recht genau vorgegeben werden.

---

Dati forniti dalla banca dati di prova esp@cenet - 12

